ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ
INFORMATION TECHNOLOGY, COMPUTER SCIENCE, AND MANAGEMENT



УДК 004.94 https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-332-345



К вопросу о компьютерном моделировании

М. В. Ядровская
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Введение. Моделирование служит методологической основой современной науки и инструментом познавательной деятельности. Его можно рассматривать как мыслительную деятельность, опосредованную и оптимизированную информационными моделями. В этом случае к информации применяются логические операции познания и приемы моделирования.
Материалы и методы. Изучены и обобщены результаты научных исследований о том, как в памяти человека формируются, хранятся и обрабатываются знания, как они взаимодействуют с представлениями информации. Проанализированы информационные модели, применяемые в различных предметных областях. Сформулированы положения о рациональных способах представления информации в процессе моделирования и указаны компьютерные средства для построения таких представлений.
Результаты исследования. Выявлены приемы, методы, техники визуализации информации об изучаемом объекте. Представлены программные средства и сервисы, которые позволяют создавать визуализации и выполнять исследовательские процедуры моделирования.
Обсуждение и заключение. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации процедур моделирования. С помощью описанных приемов, методов и техник в специальных программах визуализируются образы, структуры, отношения и связи изучаемого объекта. Они, в свою очередь, опосредуют процесс мысленного моделирования и расширяют базу для его выполнения.

Ключевые слова: моделирование, модель, информационные технологии, информационная модель, компьютерная модель, представление информации, компьютерные средства моделирования, компьютерные среды моделирования.

Для цитирования: Ядровская, М. В. К вопросу о компьютерном моделировании / М. В. Ядровская // Advanced Engineering Research. — 2020. — Т. 20, № 3. — С. 332−345. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-332-345



Revisiting computer modeling

M. V. Yadrovskaya
Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Introduction. Modeling serves as a methodological basis for modern science and a tool for cognitive activity. It can be considered as a thinking activity mediated and optimized through information models. In this case, logical operations of cognition and simulation techniques are applied to the information.
Materials and Methods. The scientific research results on how knowledge is formed, stored and processed in a person's memory, how they interact with information representations are studied and summarized. Information models used in various subject domains are analyzed. The provisions on rational ways of presenting information under modeling are formulated, and computer tools for constructing such representations are indicated.
Results. Methods and techniques for visualizing information on the object under study are specified. Software tools and services providing visualizations and research modeling procedures are given.
Discussion and Conclusions. The results obtained can be used to optimize modeling procedures. Images, structures, relationships and connections of the object under study are visualized in special programs with the help of the described methods and techniques. They, in turn, mediate the process of mental modeling and broaden the basis for its implementation.

Keywords*:* modeling, model, information technologies, information model, computer model, information representation, computer simulation techniques, computer modeling environments.

For citation: M. V. Yadrovskaya. Revisiting computer modeling. Advanced Engineering Research, 2020, vol. 20, no. 3, p. 332−345. https://doi.org/10.23947/2687-1653-2020-20-3-332-345

Введение. Моделирование используется для теоретического и практического исследования объектов, процессов, явлений. Оно имеет общенаучный характер, является объективным, универсальным методом познания и применяется для изучения живой и неживой природы. Моделирование служит методологической основой современной науки и инструментом познавательной деятельности.

Развитие вычислительной техники и информационных технологий способствует успеху информационного моделирования. Такой подход предполагает применение процедур исследования к формализованной информации об объекте изучения, замещающей или воспроизводящей объект. Информационная модель становится современным инструментом решения различных задач с помощью информационных технологий и звеном, связывающим любую предметную область с информатикой.

Моделирование характеризуется, с одной стороны, разнообразием применяемых моделей (рис. 1), с другой — разнообразием средств их построения и изучения.

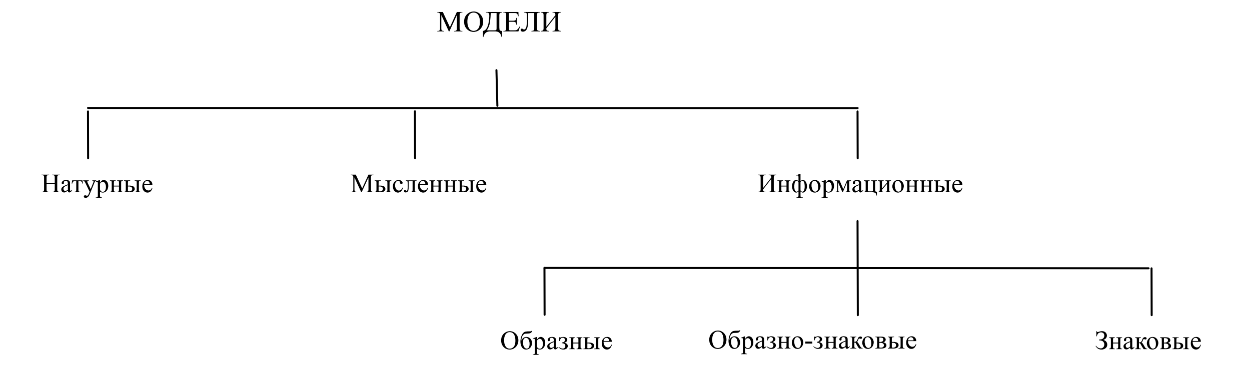


Рис. 1. Классификация моделей по форме представления

Обобщая многие определения, под информационной моделью [1] мы будем понимать информацию, которая описывает существенные свойства объекта и его связи, формализована с точки зрения цели исследования и зафиксирована на информационном носителе. Такое определение позволяет четко обозначить тесную связь информатики и моделирования и анализировать информационные технологии как современные средства моделирования. Информация может быть представлена в разной форме, поэтому в информатике [2] изучают различные информационные модели: вербальные, графические, математические, табличные, алгоритмические, имитационные и др. В теории познания любую модель можно считать информационной, если она включена в информационный процесс познания.

Рассмотрим этапы информационного моделирования.

Первый — анализ объекта и его связей, предполагающий выполнение логических операций познания. Это сравнение, классификация, систематизация, обобщение, конкретизация, построение умозаключений, идеализация (построение абстракций). Задействуются такие приемы моделирования, как наблюдение, анализ, синтез, аналогия, построение гипотез, формализация.

Второй этап — практические действия. Это собственно моделирование (построение модели) и операции с нею (перестраивание, видоизменение, реализация модели, экспериментирование, интерпретация, верификация, замена). Действия с элементами модели: вычитание, сложение, дополнение. [1].

Третий этап — построение алгоритмов для реализации модели в конкретной предметной области, привлечение информационных технологий для работы с моделью.

«Эти три этапа отражают, с одной стороны, основные ступени познания: чувственную — рациональную — деятельностную, с другой стороны — классическую триаду информационного моделирования: информация — модель — алгоритм» [3].

Компьютерная модель строится на основе информационной модели. Компьютерное моделирование представляет собой совокупность аппаратно-программных средств и технологий работы с этими моделями. С. А. Бешенков подчеркивает, что «вполне можно вести речь о компьютерном моделировании как особом виде информационного моделирования» [4]. Информационные технологии, используемые для работы с информационными моделями, определяют тип последних (образные, образно-знаковые и знаковые). Их классификация представлена на рис. 2.

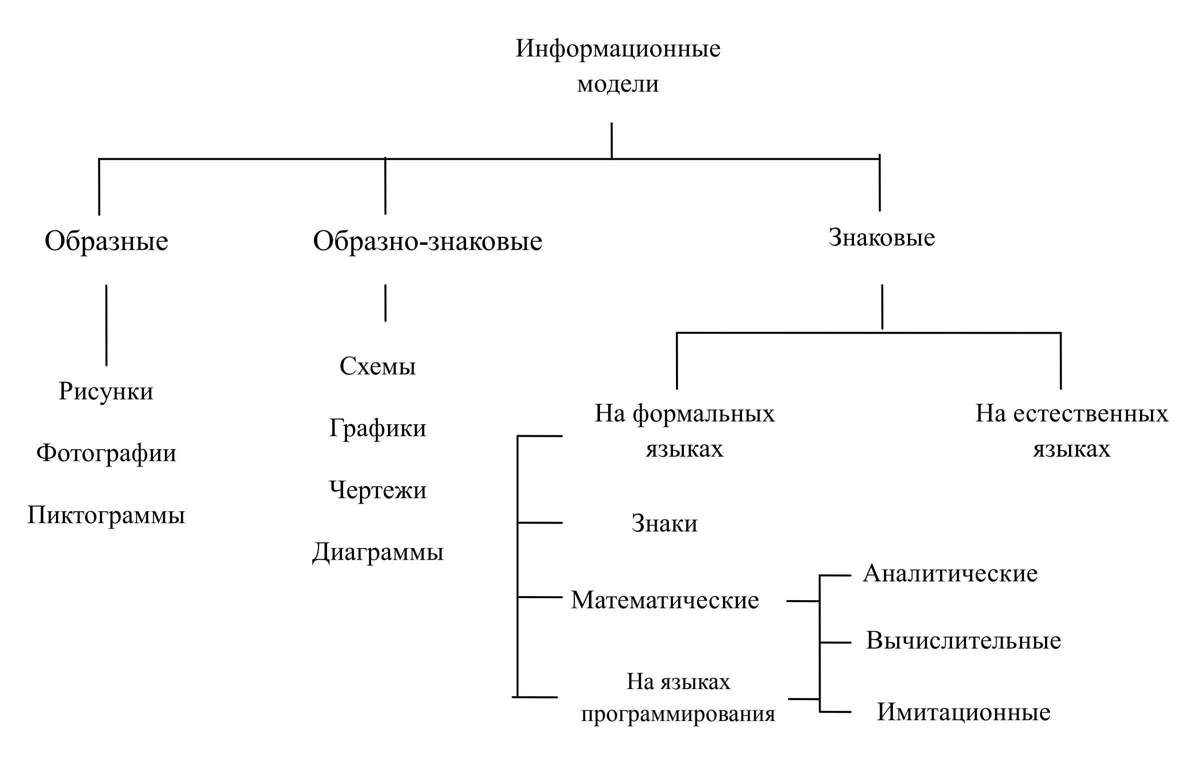


Рис. 2. Классификация информационных моделей в зависимости от информационных технологий

Перечислим некоторые средства компьютерного моделирования:

— визуальные — аппаратно-программные средства и технологии работы с компьютерной графикой, видеоизображениями, анимацией, звуком, виртуальной реальностью;

— вербальные — текстовые редакторы и процессоры, системы оптического распознавания символов, издательские системы, языки разметки гипертекста;

— математические — электронные калькуляторы, пакеты программ для математических расчетов, программы для аналитических преобразований, расчетно-информационные комплексы, виртуальные лаборатории;

— системы моделирования — пакеты визуального моделирования, системы имитационного моделирования, программы генерации фрактальных изображений, табличные процессоры, презентационные пакеты, средства автоматизированного проектирования (САПР), геоинформационные системы;

— языки и системы программирования [5].

Связанные с моделированием задачи решаются в компьютерных моделирующих средах [5]. Это предполагает специализацию, взаимосвязь модулей и языка моделирования и повышает скорость исследования. Например, САПР — важнейшие средства построения связанных между собой моделей внутри проекта создаваемого объекта. Моделирующая среда состоит из нескольких модулей, позволяющих создать рисунок, чертеж, 3D модель будущего объекта и в моделирующей среде проводить над моделью компьютерные эксперименты, определяя возможные свойства объекта и прогнозируя вероятные события.

По мнению С. И. Архангельского, «моделирование как форма изучения обеспечивает наиболее четко выраженную связь опытных данных и теоретических взглядов». Это позволяет рассматривать модель как «определенную упорядоченную взаимосвязь мыслимой (теоретической) и опытной информаций на основе выделения изучаемых сторон и признаков объекта путем упрощения, или усложнения, или абстрагирования» [6]. Здесь теоретическая информация — это информация, представляющая объект исследования, т. е. отобранная и формализованная с точки зрения цели изучения. Это основа мысленного и опосредованного знаками оперирования. Опытную информацию исследователь получает в процессе моделирования, изучая теоретические данные, являющиеся ориентировочной основой его мыслительной деятельности. Иначе говоря, в процессе моделирования создается цепочка мысленных моделей. Некоторые из них фиксируются в знаковой форме. До тех пор, пока не будет получено новое знание, выполняются логические операции и операции моделирования с опорой на построенные знаковые представления. При построении представления объекта исследования, создаются объекты оперирования для мышления, стимулируется работа мышления, нацеленная на исследование модели. При этом знание об объекте анализируется, уточнятся, изменяется и углубляется.

Таким образом, основа моделирования — мыслительная деятельность, информационные модели — средство активизации этой деятельности. Процесс моделирования можно рассматривать как мыслительную деятельность, опосредованную информационными моделями.

Материалы и методы. Моделирование — это многоэтапная, циклическая процедура. Невозможно одномоментно построить, изучить модель объекта и получить знание. В процессе моделирования к информации необходимо многократно применять логические операции познания и приемы моделирования. Задача данного исследования состоит в том, чтобы выделить приемы, методы, техники представления информации, поддерживающие выполнение логических процедур моделирования. Необходимо также отметить компьютерные средства, применение которых активизирует и рационализирует процесс информационного моделирования. Для решения этой задачи используется обобщенный научный и педагогический опыт и практические знания моделирования.

Чтобы информационные модели эффективно помогали получать знания в процессе моделирования, необходимо:

— знать и применять закономерности оперирования представлениями и знаниями;

— использовать компьютерные технологии для формирования представлений.

При этом важно учитывать научные данные о том, как в памяти человека формируются, хранятся и обрабатываются знания, как они взаимодействуют с представлениями информации.

Существует несколько гипотез о представлении информации в памяти.

«Согласно гипотезе двойного кодирования, информация может кодироваться и храниться в одной из двух или обеих системах — вербальной и образной. Эта позиция подтверждается неврологическими и поведенческими данными» [7].

Согласно концептуально-пропозициональной гипотезе, информация хранится в абстрактном пропозициональном формате, который определяет объекты, события и их отношения.

«Радикальная теория образов предполагает, что некоторая информация представлена только в виде образов» [7]. Н. И. Колодина считает, что «вся воспринимаемая человеком информация кодируется в сознании одновременно через зрение, слух, обоняние, осязание, пережитые эмоции» и представляется «в сознании индивида в виде единиц знаний», называемых мнемоединицами знаний (МЕЗ). Эти единицы «структурированы в сознании соответственно каналам восприятия» и «постоянно переформировываются, образуя все новые связи между собой». Н. И. Колодина предлагает модель сознания как «структурированную совокупность единиц знания». Формирование мыслительных образований в этой модели происходит в результате взаимодействия единиц знания с окружающей действительностью. Затем МЕЗ интегрируются друг с другом по законам единой логико-мыслительной базы [7].

«В случае активизации лишь одной единицы, находящейся в любой зоне структуры, возникает цепная активизация других единиц знаний, имеющих устойчивые связи с активизированной единицей» [8]. Данная гипотеза перекликается с коннекционистским описанием работы речевого механизма. Оно базируется на результатах исследования переработки информации мозгом. При этом формы знания предстают в виде сетевой структуры. Сеть состоит из узлов и связей между ними (коннекционизм — от англ. connect: соединение, связь, подключение). Эффективное функционирование сетевой системы обеспечивает распространение активации [9, 10].

Н. И. Жинкин выдвинул гипотезу существования в сознании человека универсального предметного кода (УПК). «УПК — язык интеллекта, базовый компонент мышления. Это язык схем, образов, отпечатков реальности (осязательных, обонятельных), кинетических (двигательных) импульсов и т. д. УПК — это язык, на котором происходит первичная запись личностного смысла» [9]. УПК — это код, с помощью которого информация превращается в «первичные знания», наборы МЕЗ, которые можно сопоставить с представлениями из когнитивной лингвистики: «представления включают в себя собственно представления, образы и понятия, а также связанные с ними оценки и коннотации». Следовательно, с одной стороны, представления — это мысленные модели, с другой — субъективная основа объективного знания. Представления формируются в процессе мысленного моделирования реальности. По Г. Фреге, как отмечает В. В. Красных, представление есть «внутренний образ предмета, возникший из воспоминаний о чувственных впечатлениях» [9].

Результаты исследования. Обобщив представленные выше научные суждения, можно сформулировать положения о способах представления теоретической информации в моделях и назвать компьютерные средства для таких построений.

Первичные знания — собственно представления, образы, понятия и оценки. Для формирования представлений имеют значение все каналы поступления информации: зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, осязательный, кинестетический. Согласно экспериментальным данным, зрительное кодирование

происходит раньше акустического и семантического [7], поэтому при формировании знаний способы визуального моделирования информации являются опорными и дополняются другими.

Большое значение картинки, цвет, представление деталей имеют в следующих способах передачи информации: «линза» и техника «рыбий глаз» (Adobe Photoshop, Corel Draw, Inkscape, Blender), графическое упрощение, карты, цветные гистограммы (Paint, Word, Excel, Corel Draw, Inkscape и др.), визуальный словарь (Word, Excel, HTML, PHP).

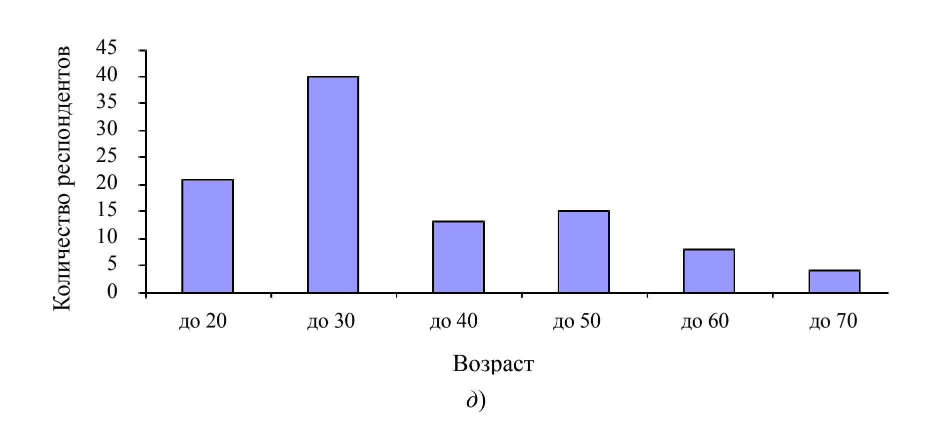
а)

б)

в)

г)

Гистограмма распределения возраста респондентов



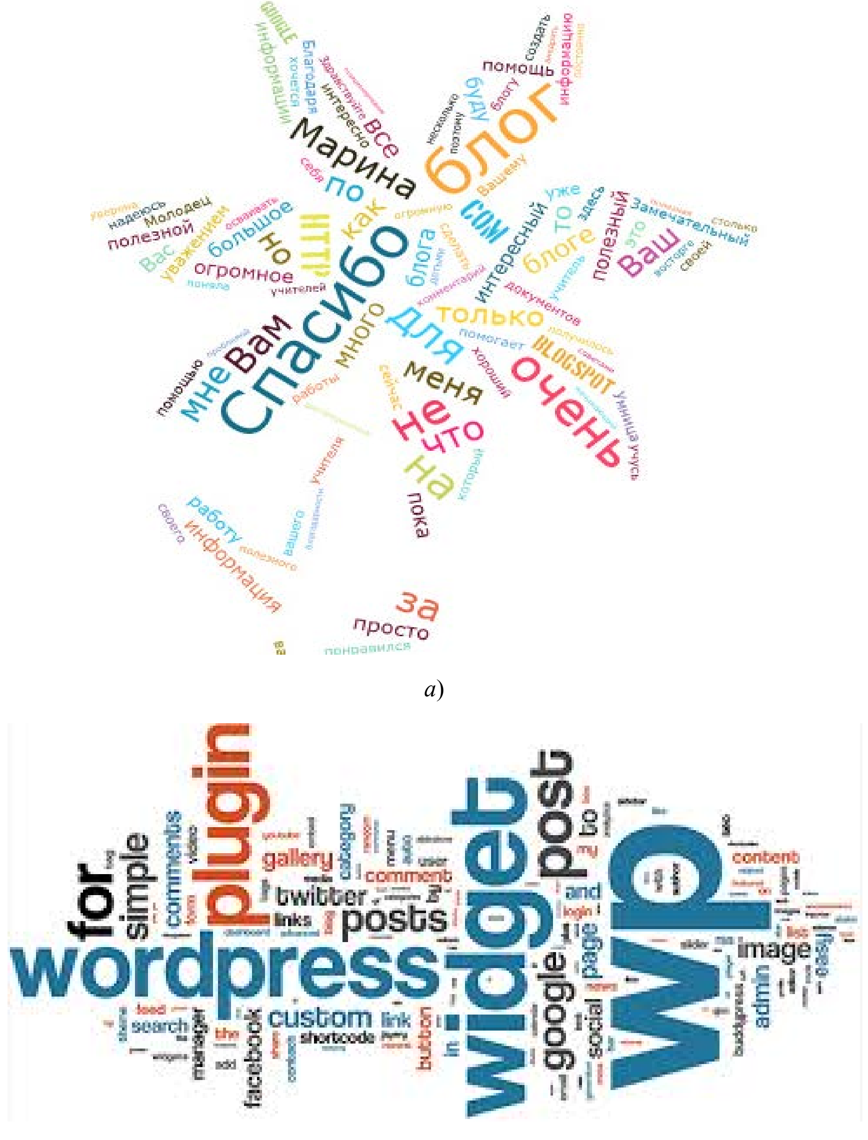
д)



е)

Рис. 3. Примеры представления информации: линза (*а*); «рыбий глаз» (*б*); графическое упрощение (*в)*; представлено понятие «эволюция»); карта (*г*); гистограмма (*д*); визуальный словарь (*е*)

Наибольшее значение имеют вербальная и образная системы кодирования, поэтому большинство способов представления информации включают одновременно рисунки, знаки, слова, тексты. Это могут быть облако тегов, слов (Wordle, Tagul, Many Eyes, Word it Out, Togxedo-Creator), ментальные карты (MindManager, Mindmeister, FreeMind, XMind), карты и циклические схемы (Corel Draw, Inkscape, Excel, Word, Adobe Flash) и др.



а)

б)

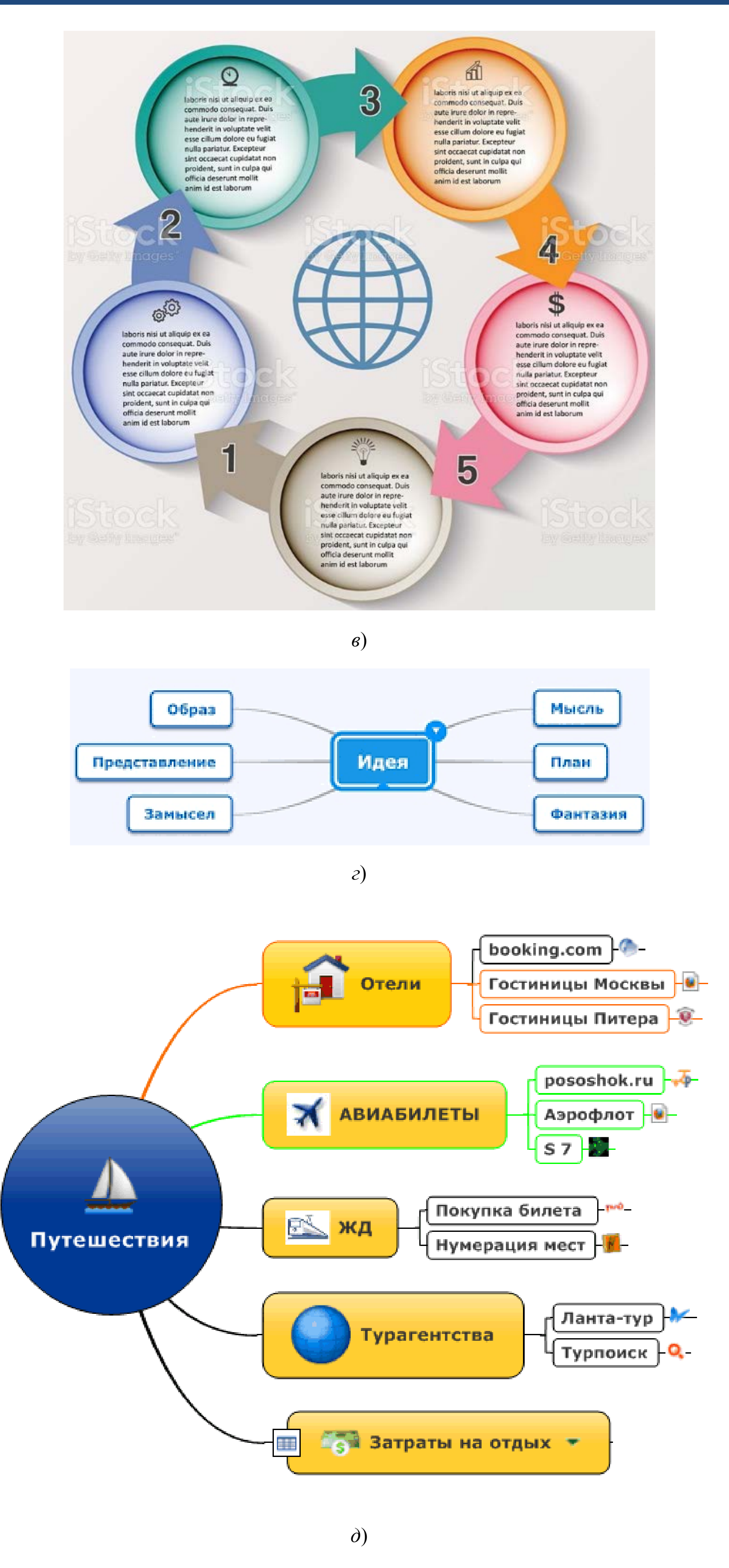
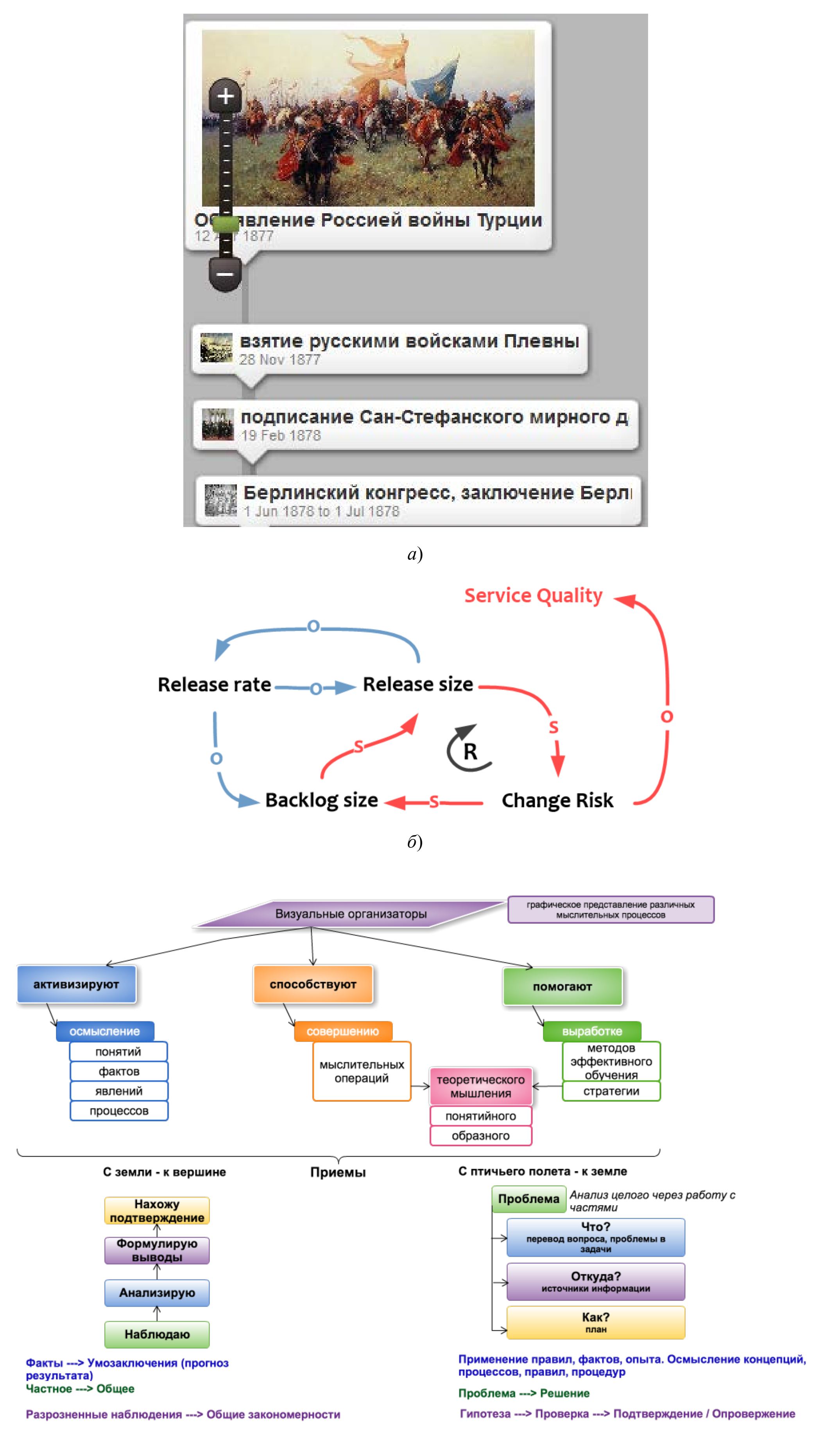


Рис. 4. Примеры представления информации: облако слов и тегов (*а*, *б*); циклическая схема (*в*); ментальные карты (*г*, *д*)

Хранение знаний предполагает фиксирование данных об объектах, событиях и их отношениях. Этому формату соответствуют следующие способы представления данных: ленты времени (Dipity, ClassTools, Timerime), причинные цепочки ((Paint, Word, Corel Draw, Inkscape), индуктивные башни (сервисы Bubbl.us,

Cacoo.com), диаграммы сродства Ганта (SchedRoll, Gantt Designer, Mindjet JCVGantt Pro, Microsoft Project, Excel), Исикавы, Венна (Corel Draw, Inkscape, Excel, Word) и др.



а)

б)

в)

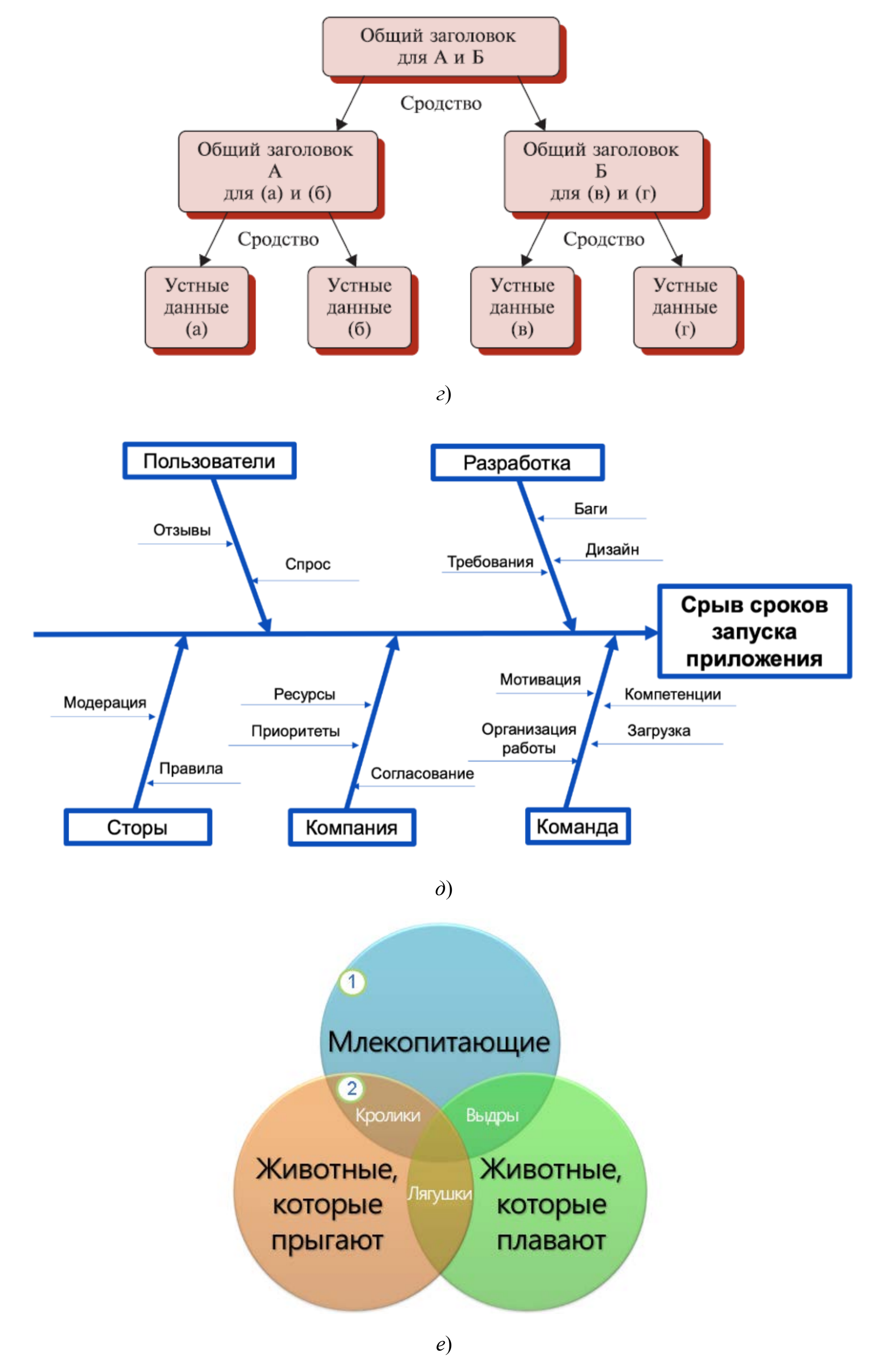
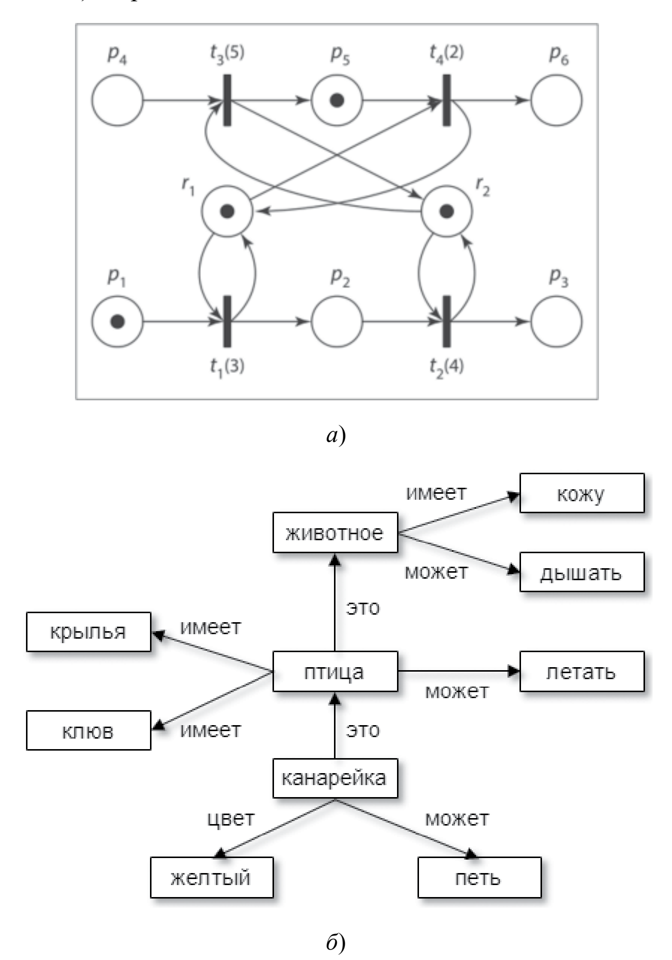


Рис. 5. Примеры представления информации: лента времени (*а*); причинная цепочка (*б*); индуктивная башня (*в*); диаграмма сродства (*г*); диаграмма Исикавы (*д*); диаграмма Венна (*е*)

Единицы знания в сознании структурированы в соответствии с каналами восприятия, постоянно переформировываются и образуют новые взаимосвязи. Мыслительные образования формируются в результате взаимодействия единиц знания с окружающей действительностью. Очень важно при решении сложных задач опираться на реалистические и динамические представления объектов исследования. В процессе моделирования для представления информации об объекте следует использовать средства мультимедиа и виртуальной реальности: фото, видео, звук, анимацию (Gimp, Adobe Flash, HTML5, видеоплейеры и др.); трехмерные представления (VRML. Blender и др.).

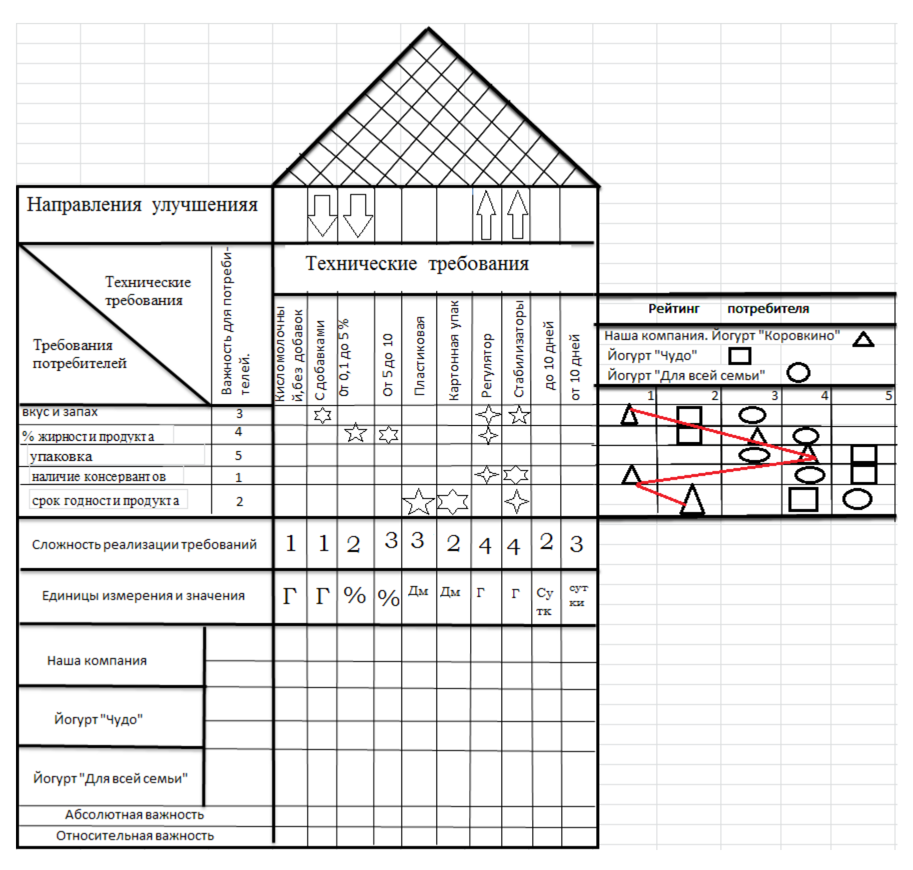
Все формы знания предстают в виде сетевой структуры, которая функционирует с помощью механизма распространяющейся активации: сети Петри, семантические сети, дом качества, гиперболические деревья,

пирамиды (Corel Draw, Inkscape, Excel, Word), диаграммы потоков данных (Excel, Word, MS Visio, BPwin), визуальный учебник (HTML, PHP) и др.



а)

б)



в)

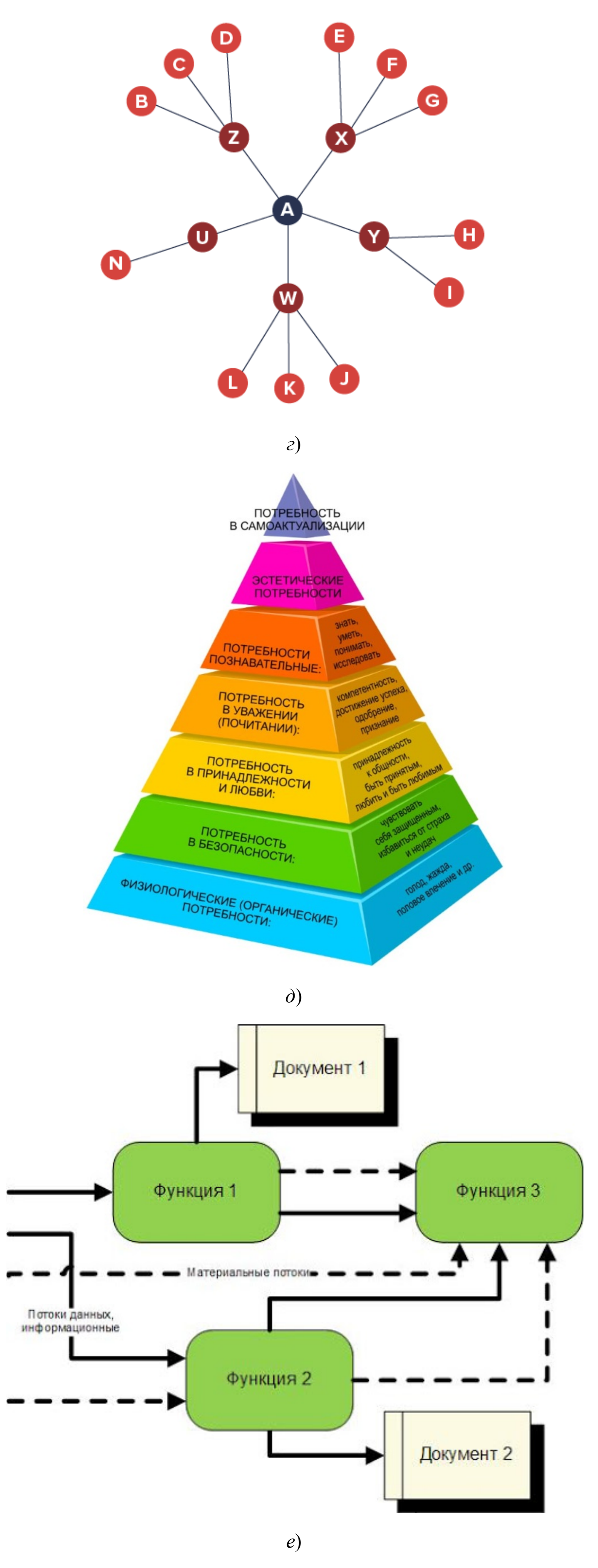
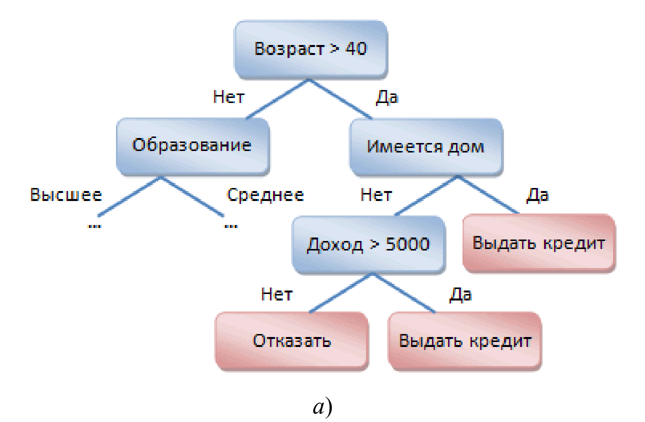
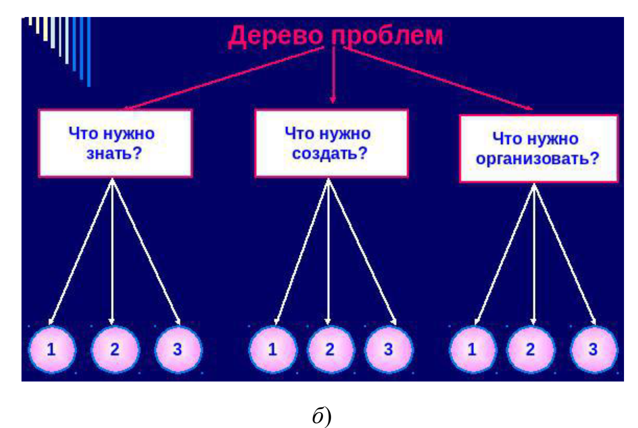


Рис. 6. Примеры представления информации: сеть Петри (*а*), семантическая сеть (*б*); дом качества (*в*); гиперболическое дерево (*г*), пирамида (*д*), диаграмма потоков данных (*е*)

Язык интеллекта — язык схем, образов, отпечатков реальности (осязательных, обонятельных), кинетических (двигательных) импульсов. В этом ключе строятся деревья решений и проблем, схемы жизненного цикла и аргументации, воронки данных (Corel Draw, Inkscape, Excel, Word) и др.



а)



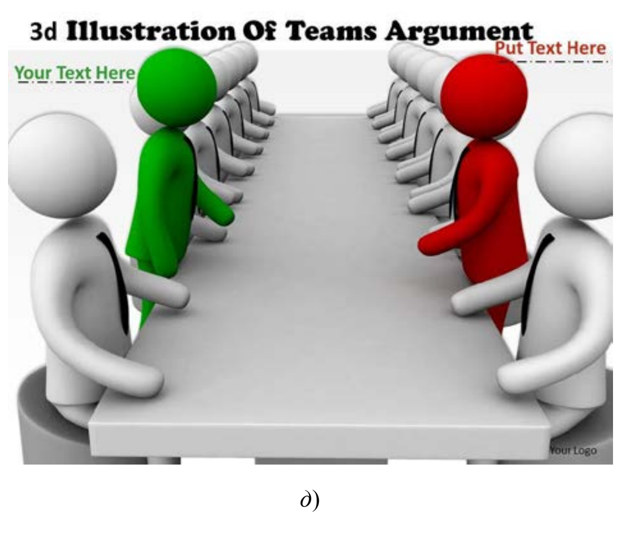
б)



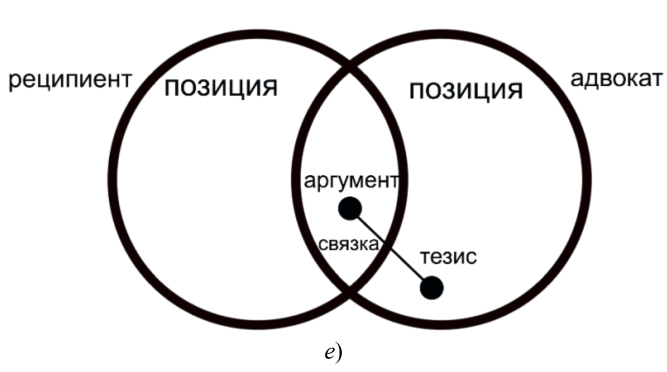
в)



г)



д)



е)

Рис. 7. Примеры представления информации: дерево решений (*а*), дерево проблем (*б*); жизненный цикл (*в*); воронка (*г*), аргумент-слайд (*д*), аргументация (*е*)

Итак, широко применяемые в разных предметных областях способы графической визуализации информации основываются на научных положениях о формировании первичных знаний, их связи и хранении в памяти человека. Эти способы опосредуют процесс мысленного моделирования. Они помогают создавать и сохранить на информационном носителе образы, структуру, отношения, связи изучаемого объекта для процедур моделирования. При этом появляется возможность выполнять действия моделирования не только индивидуально, но и в команде, используя опыт членов коллектива, что рационализирует процесс моделирования. При этом важно использовать программные средства и сервисы для создания визуализаций, которые помогут в исследовании моделирования.

Для повышения эффективности моделирования задействуют адекватные задачам методы графической визуализации, а также IT-средства представления данных: мультимедийные системы, компьютерные системы визуализации и поддержки принятия решений, экспертные системы, системы управления проектами, системы когнитивного моделирования, имитационно-моделирующие среды, компьютерные игры, средства агентного моделирования и др.

Заключение. Информационный и логический аспекты моделирования объединяют три важнейшие категории познания — информацию, представление, знание. Действия с моделями — поиск, отбор, представление и обработка имеющейся информации об объекте исследования, на основе которой можно получить новые знания о нем. Для этого задействуют средства информационных процессов и технологий. Ведущую роль играет компьютерное моделирование. Оптимизация — важная функция мыслительной составляющей моделирования как первоосновы модельного способа познания. При мысленном моделировании на основе чувственного восприятия строится образ, к которому применяются операции анализа, синтеза, сравнения, абстрагирования, обобщения, систематизации, классификации и логические операции, позволяющие преобразовать чувственный образ в логическую модель познания. С помощью мысленного моделирования человек сначала формирует информационную модель объекта исследования, а затем ее изучает путем построения ряда взаимосвязанных мысленных представлений и соответствующих им информационных моделей.

Использование компьютерных средств представления информации позволяет оптимизировать мыслительную деятельность. При этом визуализируются различные параметры и связи изучаемого объекта.

Современные компьютерные средства моделирования дополняют, расширяют и модифицируют традиционные средства моделирования.

Библиографический список

1. Ядровская, М. В. Модели и моделирование в педагогике / М. В. Ядровская. — Ростов-на-Дону : Изд-во ДГТУ, 2014. — 359 с.

2. Глинский, Б. А. Философские и социальные проблемы информатики / Б. А. Глинский. — Москва : Наука, 1990. — 108 с.

3. Филатов, О. К. Основные подходы к построению информационной модели процесса обучения / О. К. Филатов // Информатика и образование. — 2007. — № 6. — С. 3−7.

4. Бешенков, С. А. Информатика. Систематический курс / С. А. Бешенков, Е. А. Ракитина. — Москва : Лаборатория базовых знаний, 2001. — 432 с.

5. Ядровская, М. В. Средства моделирования в обучении / М. В. Ядровская // Вестник Северо-восточного федерального университета им. М. К. Аммосова. — 2010. —Т. 7, № 1. — С. 89–95.

6. Архангельский, С. И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе / С. И. Архангельский. — Москва : Высшая школа. — 1976. — 200 с.

7. Солсо, Р. Когнитивная психология / Р. Солсо. — Санкт-Петербург : Питер, 2002. — 592 с.

8. Колодина, Н. И. Проблемы понимания и интерпретации художественного текста / Н. И. Колодина. — Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2002. — 183 с.

9. Красных, В. В. Основы психолингвистики и теории коммуникации / В. В. Красных. — Москва : Гнозис, 2001. — 270 с.

10. Корниевская, С. И. Некоторые исследования процессов доступа к слову / С. И. Корниевская // Вестник ТвГУ. — 2009. — № 3. — С. 38–49. — (Филология).

Сдана в редакцию 18.05.2020
Запланирована в номер 10.08.2020

Об авторе:

Ядровская Марина Владимировна, доцент кафедры «Массовые коммуникации и мультимедийные технологии» ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет» (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат физико-математических наук, доцент, ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4469-1603, marinayadrovskaia@rambler.ru

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.